

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-012856

(43)Date of publication of application : 15.01.2004

(51)Int.Cl.

G02B 1/11
 B29C 33/38
 B29C 43/18
 B29C 43/36
 G02B 3/00
 G02B 5/02
 // B29K101:10
 B29L 11:00

(21)Application number : 2002-166883

(71)Applicant : NIPPON SHEET GLASS CO LTD

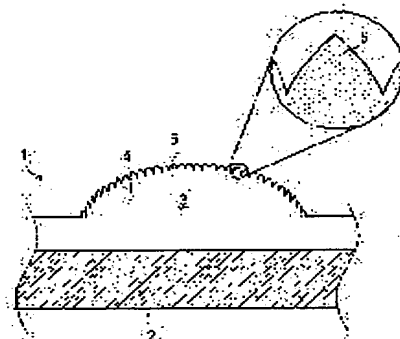
(22)Date of filing : 07.06.2002

(72)Inventor : TSUNETOMO KEIJI
 YAMADA KENICHI
 HAMANAKA KENJIRO

(54) OPTICAL ELEMENT, MOLD FOR OPTICAL ELEMENT, AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL ELEMENT**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical element provided with an antireflection section consisting of minute rugged structures having excellent characteristics on its surface.

SOLUTION: The optical element is obtained by forming a molding surface of an inverted shape of the optical element to be desired on a mold, then forming a layer consisting of an etching speed gradient material on the molding surface, forming a multiplicity of minute recessed parts roughly densely on the molding surface by etching the gradient material layer through a mask, supplying raw materials for forming the optical element onto the molding surface, press molding the raw materials, and further curing the raw materials by UV rays etc.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 26.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

書誌

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
(12)【公報種別】公開特許公報(A)
(11)【公開番号】特開2004-12856(P2004-12856A)
(43)【公開日】平成16年1月15日(2004. 1. 15)
(54)【発明の名称】光学素子、光学素子の成型型および光学素子の製造方法
(51)【国際特許分類第7版】

G02B 1/11
B29C 33/38
B29C 43/18
B29C 43/36
G02B 3/00
G02B 5/02
// B29K101:10
B29L 11:00

【FI】

G02B 1/10 A
B29C 33/38
B29C 43/18
B29C 43/36
G02B 3/00 A
G02B 5/02 C
B29K101:10
B29L 11:00

【審査請求】未請求

【請求項の数】8

【出願形態】OL

【全頁数】8

(21)【出願番号】特願2002-166883(P2002-166883)

(22)【出願日】平成14年6月7日(2002. 6. 7)

(71)【出願人】

【識別番号】000004008

【氏名又は名称】日本板硝子株式会社

【住所又は居所】大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号

(74)【代理人】

【識別番号】100085257

【弁理士】

【氏名又は名称】小山 有

(72)【発明者】

【氏名】常友 啓司

【住所又は居所】大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】山田 健一

【住所又は居所】大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】浜中 賢二郎

【住所又は居所】大阪府大阪市中央区北浜四丁目7番28号 日本板硝子株式会社内

【テーマコード(参考)】

2H042
2K009
4F202
4F204

【Fターム(参考)】

2H042 BA04 BA20
2K009 AA12 CC03 CC14 DD04 DD12 DD15
4F202 AF01 AG05 AH75 AJ02 AJ09 CA01 CB01 CD02 CD07 CD24 CK12 CL02
4F204 AA44 AD04 AG03 AH74 FA01 FB01 FF01 FF05 FN17 FN20

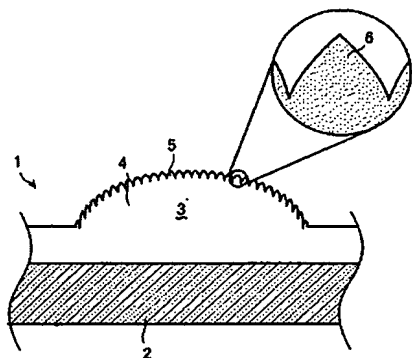
要約

(57)【要約】

【課題】表面に特性に優れた微細な凹凸構造からなる反射防止部を備えた光学素子を提供する。

【解決手段】目的とする光学素子の反転形状の成形面を成型型に形成し、次いで、成形面にエッチング速度傾斜材料からなる層を形成し、この傾斜材料層をマスクを介してエッチングして前記成形面に多数の微細な凹部を略稠密状に形成し、この成形面上に光学素子となる原料を供給しプレス成形し、更に原料を紫外線などで硬化せしめることで光学素子を得る。

【選択図】 図1



請求の範囲

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材表面の少なくとも一部に反射防止部を設けた光学素子であって、前記反射防止部は多数の微細な凸部を略稠密状に配置しており、且つ前記多数の微細な凸部は成形により同時に形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】

請求項1に記載の光学素子において、前記反射防止部は基材と同一の材料からなり且つ基材と一体的に成形されていることを特徴とする光学素子。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の光学素子において、前記反射防止部を構成する凸部の形状は円錐状であることを特徴とする光学素子。

【請求項4】

請求項1または請求項2に記載の光学素子において、前記反射防止部を構成する凸部の形状は関数 $y = -z^1 / \sqrt{2+1}$ をZ軸の周りに回転させた形状であることを特徴とする光学素子。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4に記載の光学素子において、前記反射防止部の厚みは600nm～1000nmであることを特徴とする光学素子。

【請求項6】

請求項1乃至請求項5に記載の光学素子を製造する成型型であって、この成型型の成形面には前記反射防止部を成形するための多数の微細な凹部が略稠密状に配置されていることを特徴とする成型型。

【請求項7】

目的とする光学素子の反転形状の成形面を成型型に形成する第1工程と、前記成形面に多数の微細な凹部を略稠密状に形成する第2工程と、前記成形面上に光学素子となる原料を供給しプレス成形する第3工程と、前記原料を硬化せしめる第4工程とからなることを特徴とする光学素子の製造方法。

【請求項8】

請求項7に記載の光学素子の製造方法において、前記第2工程は成形面にエッチング速度傾斜材料からなる層を形成する工程と、このエッチング速度傾斜材料からなる層の表面にホトレジスト膜を形成しこのホトレジスト膜に露光・現像を行って所定パターンのマスクを形成する工程と、このマスクを介して前記エッチング速度傾斜材料層をエッチングする工程からなることを特徴とする光学素子の製造方法。

詳細な説明

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は表面に微細構造からなる反射防止部を設けた光学素子、当該光学素子の製造に用いる成型型および当該成型型を用いた光学素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、光通信分野における光学素子としては表面での反射戻り光を極力減らすことが要求される。このため、一般には光学素子表面に誘電体多層膜を反射防止手段として形成することが行われている。

【0003】

また、特開2000-258607公報及び特開2001-183506号公報に開示されるように、光学素子の表面に、反射防止手段として、moth-eye構造或いはsub-wavelength-structure(SWS)と呼ばれる微細な凹凸形状を設けることも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

誘電体多層膜はスパッタリングなどにより形成するため、誘電体の粒子の飛来方向に膜厚が依存する。そのため凸レンズ表面に誘電体多層膜を形成する場合には均一な膜厚が得られず、光学特性が設計値からずれ、十分な反射特性が得られないことがある。

また、誘電体多層膜を形成する基材が樹脂の場合には、基材表面から誘電体多層膜が剥離しやすく、信頼性に欠けることがある。

【0005】

一方、基材の表面に微細な凹凸構造を形成するには、光学素子の各々に微細加工を施す必要があり、量産性に問題があり、コスト的にも不利となる。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため本発明に係る光学素子は、基材表面の少なくとも一部に反射防止部が設けられ、この反射防止部は多数の微細な凸部を略稠密状に配置しており、且つ前記多数の微細な凸部は成形により同時に形成された構成とした。

斯かる構成とすることで、反射特性及び量産性に優れ、コスト的にも有利な光学素子が得られる。

【0007】

前記反射防止部は基材と同一の材料、例えば屈折率が1.5の樹脂からなり且つ基材と一体的に成形される。

【0008】

特に、光通信用波長帯(1550nm帯)付近において透過率がピークになり、波長範囲1470～1630nmで透過損失が-40dB以下とするには、前記反射防止部を構成する凸部の形状を円錐状、或いは関数 $y = -z^{1/\sqrt{2}+1}$ をZ軸の周りに回転させた形状とするのが好ましい。

【0009】

また、前記反射防止部の厚みは600nm～1000nmとするのが好ましい。600nm未満では1550nm帯での透過率が低下し、また1000nmを超える厚みの反射防止部は形成しにくい。

【0010】

また本発明に係る成形型は、成形面に前記反射防止部を成形するための多数の微細な凹部が略稠密状に配置された構成とした。

そして、この成形型を用いて光学素子を製造する方法は、目的とする光学素子の反転形状の成形面を成形型に形成する第1工程と、前記成形面に多数の微細な凹部を略稠密状に形成する第2工程と、前記成形面上に光学素子となる原料を供給しプレス成形する第3工程と、前記原料を硬化せしめる第4工程とからなる。

【0011】

ここで、前記第2工程を、成形面にエッチング速度傾斜材料からなる層を形成する工程と、このエッチング速度傾斜材料からなる層の表面にホトレジスト膜を形成しこのホトレジスト膜に露光・現像を行って所定パターンのマスクを形成する工程と、このマスクを介して前記エッチング速度傾斜材料層をエッチングする工程から構成することで正確な形状を容易に再現できる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1は本発明に係る光学素子としてのマイクロレンズアレイの要部拡大図であり、マイクロレンズアレイ1はガラス板2の表面に多数の凸レンズ3を形成している。

【0013】

凸レンズ3はガラス板2と略同一の屈折率(例えば、屈折率1.5)を有する樹脂基材4の表面に反射防止部5を形成している。この反射防止部5は樹脂基材4と同一材料として同時に成形する。尚、別材料として同時に成形しなくてもよいが、選定する材料は略屈折率が同一の材料とするのが好ましい。

【0014】

前記反射防止部5は多数の微細な凸部6を略稠密状に配置している。尚、微細な凸部6の高さは600nm～1000nm(0.6～1μm)程度であるが、図面では分りやすくするため実際よりも大きく示している。凸部6の高さを600nm～1000nmとしたのは、600nm未満では1550nm帯での透過率が低下し、1000nmを超える凸部は本発明に斯かる製造法では作りにくいことによる。

【0015】

図2は凸部6として考えられる各種形状の高さと横方向距離との関係を示す図、図3は図2に示した各凸部の波長と透過率との関係を示すグラフである。図2の各形状線分▲1▼～▲4▼をZ軸を回転中心としており、線分▲1▼は直線のため凸部は円錐状となり、線分▲2▼は放物線であり凸部は底部が膨出した円錐状となり、線分▲3▼は円弧であり凸部は半球状となり、線分▲4▼は関数 $y = -z^{1/\sqrt{2}+1}$ であり凸部は▲2▼よりも扁平な円錐状である。

【0016】

そして、図3からは1550nm帯での透過率は▲4▼が最も好ましく、▲4▼の形状では1470～1630nmの波長範囲では透過損失が-40dB以下であった。尚、▲4▼の形状の次に好ましいのは▲1▼であった。尚、どの波長での透過率を問題とするかによって選定する凸部の形状は異なる。

【0017】

図4乃至図9は光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図、図10乃至図12は光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形

型を用いて2P(photo polymer)成形工程を示した図であり、本発明にあつては、先ず図4に示すように、成形型となるガラス板などの平板材料10の一面にCrなどフッ酸に対して化学的耐性のある金属膜を形成する。ここではスパッタリング法により、Cr膜を形成した。更にこのCr膜表面にホトレジストを塗布し、このホトレジスト膜11にレンズの配列ピッチと等しい間隔で開口12を形成する。

【0018】

次いで、図5に示すように、前記ホトレジスト膜11をマスクにしてCr膜を除去し開口を形成する。このCr膜をマスクとし、エッチング液としてフッ酸系エッチング液を用いてエッチングを行う。エッチングは等方性エッチングであり、各開口12に対応してレンズ3を成形する凹部13が形成される。

【0019】

この後、図6に示すように凹部13の表面に化学的気相成長法(CVD)によってフッ素がドーブされた SiO_2 を蒸着せしめる。そして、図7に示すように SiO_2 を更に蒸着せしめて800nm程度の厚みの SiO_2 膜14を形成する。

【0020】

ところで、フッ素のドーブ量によってフッ酸に対するエッチング速度が変化することが知られており、本発明にあつてはこの性質を利用してエッチングによって任意の断面形状の凸部6を得るため、 SiO_2 膜14の厚み方向におけるフッ素のドーブ量を変化させている。即ち、 SiO_2 膜14は一種の傾斜機能材料である。尚、ドーブ量を変化させるには、例えば特開2002-30440に開示されるように、CVDの際の SiO_2 原料ガスの流量に対するフッ素原料ガスの流量の比を経時的に変化させればよい。

【0021】

次いで、図8に示すように、 SiO_2 膜14の表面にホトレジスト膜15を形成する。そしてHe-Cdレーザー光源を用いた干渉光学系を用い、2光束干渉露光法により干渉縞をホトレジスト膜15に露光し、更にこの干渉縞と直角方向に干渉縞ができるように基板を回転し、2回目の露光を行う。この後現像を行うことで干渉縞のピッチで碁盤目状に開口16が形成される。

【0022】

この碁盤目状に開口16が形成されたホトレジスト膜15をマスクとして、反応性イオンエッチング(RIE)により SiO_2 膜をエッチングする。エッチングガスとしては CHF_3 もしくは CF_4 に H_2 を添加したものをを用いる。このエッチングにより基板表面(凹部を加工する前の基板表面)に、ほぼ垂直方向に方向が揃ったほぼ円柱状の構造が得られる。この後、更にフッ酸系エッチング液を用いて短時間エッチングを行う。フッ酸をドーブした SiO_2 のフッ酸によるエッチング速度はフッ酸の含有量が大きくなるにつれて低下するので、 SiO_2 膜14へのフッ酸ドーブ量を予め変化させておけば、所望の断面形状の微細な凹部17が略稠密状に形成される。なお、エッチング速度傾斜はフッ素ドーブ SiO_2 に限らない。ドライエッチングが可能で、且つあるエッチング液に対してエッチング速度が変化する材料であれば使用できる。

【0023】

以上の如くして成形型を製造したならば、図10に示すように、成形型10の成形面側(凹部13)に離型剤を塗布した後、未硬化状態の紫外線硬化樹脂材料18を載せる。紫外線硬化樹脂材料18は、ガラス板2と略同一の屈折率のものを選定する。

【0024】

次いで、図11に示すように、ガラス板2で上から押さえ付けてプレス成形するとともに、紫外線を照射して樹脂材料18を硬化せしめ、更に図12に示すように、離型して目的とする平板型マイクロレンズアレイを得る。

【0025】

成形方法としては上記の2P(photo polymer)成形に限らず、ソルゲル法などを利用することが可能である。したがって、反射防止部5の材料は樹脂に限らずガラスも考えられる。また、実施例では光学素子としてマイクロレンズアレイを示したが、ロッドレンズなどのマイクロレンズアレイ以外の光学素子にも本発明は適用できる。更に本発明にあつては、レンズと反射防止部との同時一体成形に限らず、既存のレンズ(光学素子)

の表面に後から反射防止部を成形してもよい。

【0026】

【発明の効果】

以上に説明したように本発明によれば、レンズ等の曲面を有する光学素子や複雑な表面形状の光学素子に、成形によって微細(波長レベル)な凹凸構造からなる特性に優れた反射防止部を効率的に成形することができる。

そして、本発明によれば凸部の構造を任意にコントロールできるので、特定の波長帯、例えば光通信用波長帯(1550nm帯)において、特に反射特性に優れた光学素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光学素子(マイクロレンズアレイ)の拡大断面図

【図2】光学素子の表面に形成される微細な凸部の稜線の高さと横方向距離の関係を示すグラフ

【図3】▲1▼～▲4▼は図2に示した各凸部の透過率と波長との関係を示すグラフ

【図4】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図5】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図6】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図7】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図8】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図9】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図10】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型を用いた2P(photo polymer)成形工程を示した図

【図11】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型を用いた2P成形工程を示した図

【図12】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型を用いた2P成形工程を示した図

【符号の説明】

1…マイクロレンズアレイ、2…ガラス、3…凸レンズ、4…樹脂基材、5…反射防止部、6…凸部、10…平板材料、11、15…ホトレジスト膜、12、16…開口、13、17…凹部、14…SiO₂膜。

図の説明

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光学素子(マイクロレンズアレイ)の拡大断面図

【図2】光学素子の表面に形成される微細な凸部の稜線の高さと横方向距離の関係を示すグラフ

【図3】▲1▼～▲4▼は図2に示した各凸部の透過率と波長との関係を示すグラフ

【図4】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図5】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図6】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図7】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図8】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成型型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図9】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形型の成形面に微細な凹部を形成する工程を示した図

【図10】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形型を用いた2P(photo polymer)成形工程を示した図

【図11】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形型を用いた2P成形工程を示した図

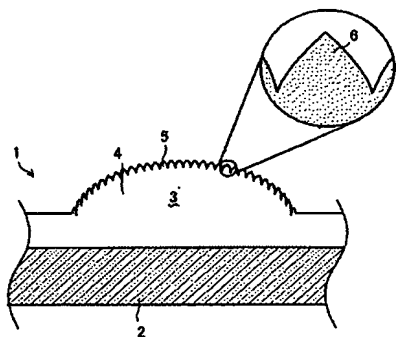
【図12】同光学素子(マイクロレンズアレイ)の製造工程のうち成形型を用いた2P成形工程を示した図

【符号の説明】

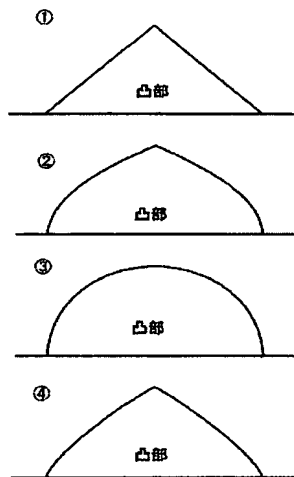
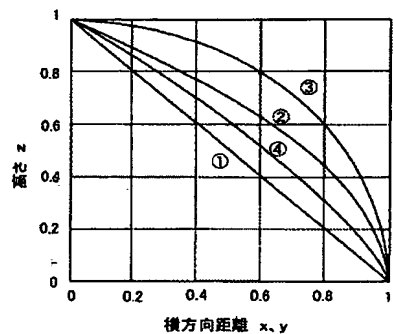
1…マイクロレンズアレイ、2…ガラス、3…凸レンズ、4…樹脂基材、5…反射防止部、6…凸部、10…平板材料、11、15…ホトレジスト膜、12、16…開口、13、17…凹部、14… SiO_2 膜。

図面

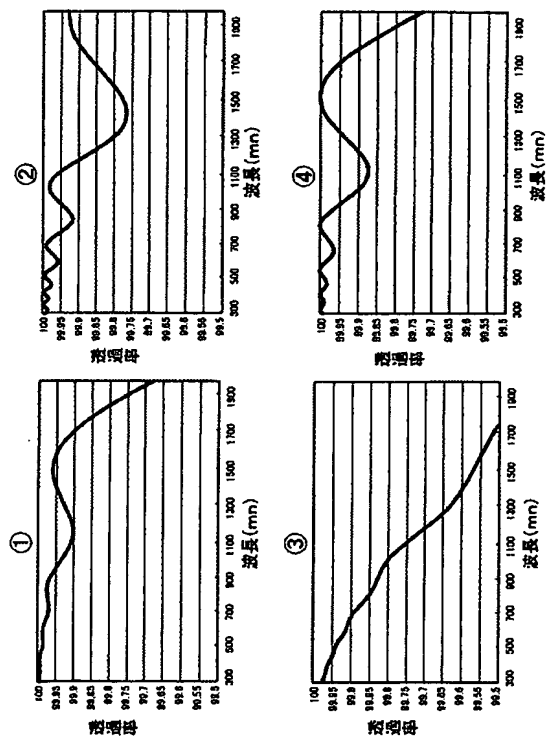
【図1】



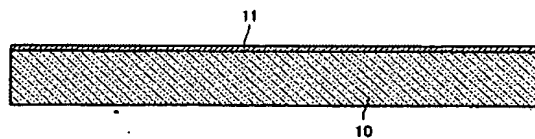
【図2】



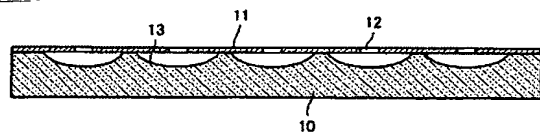
【図3】



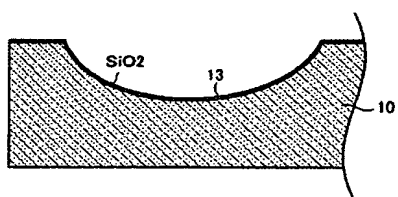
【図4】



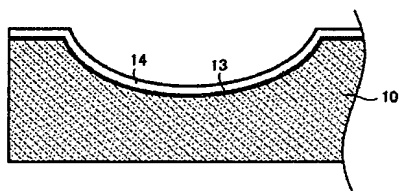
【図5】



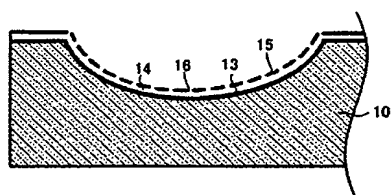
【図6】



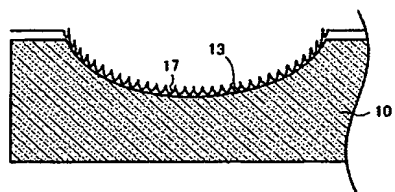
【図7】



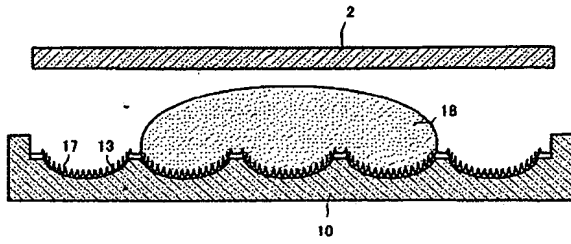
【図8】



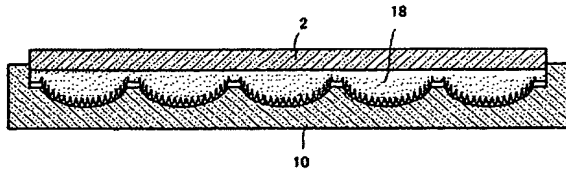
【図9】



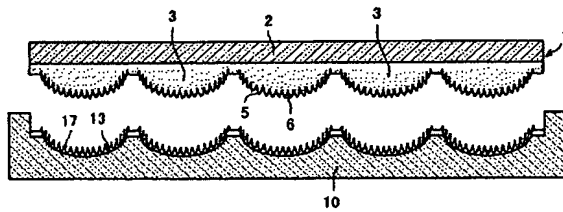
【図10】



【図11】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.